from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biolog

Über das Wachstum des Embryos im ausgesäeten Samen vor der Keimung

Von

Marie Findeis

Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der k. k. Universität in Wien.
Nr. 101 der zweiten Folge

(Mit 2 Tafeln)

(Vorgelegt in der Sitzung am 25. Jänner 1917)

I. Einleitung.

In einem Referat über die neueren Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der Samenkeimung weist Lakon (8) darauf hin, daß es Pflanzen gibt, deren reife, sich spontan ablösende Samen unvollkommene oder kleine Embryonen besitzen, welche nach der Aussaat vor der eigentlichen Keimung ein Wachstum im Sameninnern durchmachen.

Das Ziel meiner Arbeit ist, solche Wachstumsvorgänge bei einigen Pflanzenarten zu beschreiben. Dieses embryonale Wachstum wird von Lakon als eine Art »Nachreife« bezeichnet, wenn der Embyo im reifen Samen noch nicht die gleiche Ausgestaltung hat wie beim Keimungsbeginn.[1] Dagegen spricht Lakon von »Vorkeimung«, wenn der Embryo im reifen Samen noch nicht die gleiche Größe hat wie beim Keimungsbeginn und im Sameninnern nach der Aussaat bloß ein Wachstum bereits angelegter Organe stattfindet.[2]

---

[1] Beispiele dafür findet man bei Göbel (1).

[2] Als Beispiel beschreibt Lakon (7) *Fraxinus excelsior*.

from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biolog

Der Ausdruck »Vorkeimung« stammt von Lakon, der Ausdruck »Nachreife« wird häufig in allgemeinerer Bedeutung für Veränderungen unbekannter Natur gebraucht, welche sich an abgenommenen Samen einige Zeit nach der eingetretenen scheinbaren Reife vor der Aussaat vollziehen und dann ein verschiedenes Verhalten gegenüber sofort ausgesäeten bedingen.

Ich werde im Anschluß an Lakon nur bei *Fraxinus excelsior* von Vorkeimung sprechen, den Ausdruck »Nachreife« jedoch wegen der Verschiedenheit seines Umfanges vermeiden.

Wesentlich ist die Feststellung des Begriffes der eigentlichen »Keimung« oder des »Keimungsbeginnes«, da auch hier Anwendungen vorkommen, die verschieden aufgefaßt werden können.[1]

In vorliegenden Beschreibungen werde ich den Ausdruck »Keimung« ebenso wie »Keimungsbeginn« zur Bezeichnung des Wurzelaustrittes aus dem Samen anwenden.[2]

Von Pflanzenarten, auf deren unvollkommene oder kleine Embryonen in der Literatur bereits Hinweise bestehen, habe ich *Anemone hepatica* und *narcissiflora*, *Corydalis cava*, *Fraxinus excelsior* und *Paris quadrifolia* untersucht.

Außerdem habe ich bei folgenden Arten ein der eigentlichen Keimung vorausgehendes Wachstum des Embryos im Sameninnern beobachtet: *Thalictrum aquilegifolium*, *Actaea spicata*, *Caltha palustris*, *Clematis vitalba*, *Chelidonium maius*, *Fumaria capreolata*.

Im folgenden speziellen Teile werde ich unter »*A*« die über die Keimung der betreffenden Samen in der Literatur vorgefundenen Angaben anführen und unter »*B*« über meine Untersuchungen und Beobachtungen berichten.[3]

Um eine vergleichsweise Übersicht der Keimungsverhältnisse bei den verschiedenen Samenarten zu ermöglichen, habe ich den Versuchsbeschreibungen Tabellen angeschlossen, aus

---

[1] Ich werde im speziellen Teil bei *Corydalis* darauf zu sprechen kommen.

[2] Die gleiche Definition des »Keimungsbeginnes« gibt Wiesner (13).

[3] Längeren Einzelbeschreibungen fügte ich unter »*C*« eine Zusammenfassung der gewonnenen Ergebnisse an.

from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biolog

denen die Versuchsdauer, die Zahl der insgesamt aufgetretenen Keimungen sowie der während der Versuchsdauer auf die Größe der enthaltenen Embryonen untersuchten Samen zu ersehen ist. Versuche, bei denen während der Versuchsdauer Änderungen des Substrates oder Verletzungen der Samen vorgenommen wurden, habe ich in die Tabellen nicht aufgenommen. Ferner versuchte ich, durch eine Reihe von Zeichnungen das Wachstum der Embryonen im Sameninnern zu veranschaulichen.

II. Untersuchungen einzelner Pflanzenarten.

Anemone.

A.

Bei den Anemonen ist der Embryo bald dikotyl, bald akotyl, meist ist er ein kugeliger, ungegliederter Zellkörper. Die Keimung findet erst im Jahre nach der Samenbildung statt (die Wurzel durchbricht aber in einigen Fällen schon im Herbst das Perikarp) (1).[1]

Die Keimung wird durch Licht begünstigt (5).[2]

B.

Trotzdem *Anemone hepatica* im Wienerwald ungemein häufig ist, habe ich nur selten, an höher gelegenen sonnigen Stellen, reife Früchte gefunden. Diese sind beim Abfallen meist noch grün und bräunen sich erst nach und nach im Keimbett.

Die Samen enthalten einen ungegliederten Embryo (siehe Taf. I, Fig. 1).

Bei einem Versuchsbeginn im November 1915 traten im Jänner 1916 die ersten Keimlinge auf (siehe Tabelle 1). Beim Hervortreten der Radikula aus dem Samen hatte der Embryo nahezu die ganze Samenlänge, d. i. das 16-fache seiner Länge bei der Fruchtreife, erreicht.

In den ungekeimten Früchten waren Embryonen in allen Übergangsstadien zu finden. Die Keimungen traten sehr vereinzelt, die letzte am 19. November 1916 auf. Auch dann war

---

[1] Die in ( ) beigesetzten Ziffern verweisen auf das Literaturverzeichnis p. 24.

[2] Über die Beeinflussung der Samenkeimung durch Licht siehe auch Lehmann (9).

from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biolog

noch ein gesunder, ungekeimter Samen vorhanden. Vor der Keimung erfolgte eine Schwellung der Samen, wodurch das Perikarp in zwei Hälften gesprengt wurde.

Nach dem Keimungsbeginn schreitet das Wachstum langsam fort. Bei den Jännerkeimlingen aus dem Laboratorium wird die Testa erst im September abgestreift. Im Freien findet das Hervorbrechen der Radikula bereits im Herbst des Reifejahres statt. Im Jänner sind schon Keimpflanzen zu finden, welche die Testa abgestreift haben.

Bei der Gebirgspflanze *Anemone narcissiflora* (Taf. I, Fig. 6 bis 10), welche einen kleinen dikotylen Embryo besitzt, wurde in der Zeit vom November 1915 angefangen ein langsames Wachsen der Embryonen (besonders der Keimblätter) beobachtet. Im Mai 1916 hatte der Embryo das Fünffache der ursprünglichen Länge erreicht. Die erste Keimung erfolgte im September 1916.

Thalictrum

(Taf. I, Fig. 17 bis 21).

A.

»Unter den *Thalictrum*-Arten gibt es solche, deren sehr langsame Keimung sich überhaupt nur im Licht vollzieht«. *Thalictrum aquilegifolium* keimt im Licht in 4 Jahren zu 100% bei einem Keimungsbeginn im zweiten Monat nach der Aussaat (5).

B.

Am 26. August 1915 habe ich Früchte von *Thalictrum aquilegifolium* gesammelt, die zwar noch fest an den Stielen hingen, aber ganz trocken und braun waren. Die Samen enthielten einen kleinen dikotylen Embryo. Im Jänner 1916 erfolgte die erste Keimung im Licht, in ungekeimten Samen waren die Kotyledonen merklich gewachsen. Bis Ende März hatte der Embryo in ungekeimten Samen mehr als das Doppelte der ursprünglichen Länge erreicht. Welche Größe der Embryo im Momente des Keimungsbeginnes hat, habe ich nicht feststellen können, da ich an den ersten Keimlingen ihre Weiterentwicklung beobachten wollte und mir zu einer Wiederholung der Versuche das nötige Material fehlte.

Nach dem Keimungsbeginn geht die Weiterentwicklung der Keimpflanzen schneller vor sich als bei *Anemone hepatica*.

from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biolog

Actaea

(Taf. I, Fig. 22 bis 26).

A.

Die Keimung der Samen von *Actaea spicata* wird zunächst durch Licht beeinträchtigt. Im zweiten und dritten Jahr der Keimung aber erweist sich die Belichtung als förderlicher. Die Keimung ist auch weiter eine sehr verzögerte. »Die Keimblätter erscheinen wie bei *Asarum*, *Corydalis* (siehe bei *Corydalis*) *Arctostaphylos* erst $1^1/_2$ bis 2 Jahre nach der Keimung« (5).

B.

Im August 1915 habe ich die schwarzglänzenden, eben abfallenden Beeren von *Actaea spicata* gesammelt. Die braunen, scheibenförmigen, harten Samen zeigten nach dem Auslösen aus dem saftigen Fruchtfleisch keinerlei Schrumpfung, hatten also zweifellos die äußere Samenreife erreicht. Im Innern enthielten sie einen kleinen Embryo, der eben die Anlage der beiden Keimblätter erkennen ließ. Die Keimung erfolgte im Dunkeln früher und in größerer Zahl als im Licht. In den Blumentöpfen begann die Keimung im März 1916.

In den dunkel gehaltenen ungekeimten Samen war die Entwicklung des Embryos weiter vorgeschritten als bei den licht gehaltenen. Bei Keimungsbeginn hatte der Embryo fast die ganze Samenlänge, d. i. mindestens das Fünffache seiner ursprünglichen Länge, erreicht. Bei dunkel gehaltenen Samen war der Embryo in ungekeimten Samen auch bis zum Achtfachen seiner ursprünglichen Länge herangewachsen.

Mitte Juli 1916 hatten die Versuchskeimlinge schon sehr lange und verzweigte Wurzeln, die Keimblätter waren aber noch immer von der Testa umschlossen. Am 3. September 1916 war ein Keimling mit ausgebreiteten Keimblättern vorhanden. Mehrere abgestreifte Samenschalen ließen schließen, daß das Abstreifen der Testa im August stattgefunden habe. Im Freien habe ich Ende August Keimpflanzen mit zwei gut entwickelten ausgebreiteten Keimblättern, in der Regel auch mit dem ersten Laubblatt, an dessen Grund bereits eine Winterknospe angelegt war, gefunden.

from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biolog

Würde das Erscheinen der Keimblätter mindestens $1^1/_2$ Jahre brauchen, so müßten bei einer Wurzelkeimung im März im August unbedingt Keimlinge zu finden sein, deren Keimblätter noch in der Testa stecken. Ich habe solche aber nicht gefunden.

C.

Actaea spicata hat einen kleinen Embryo, der sich im Sameninnern nach der Aussaat weiter entwickelt. Dieses Wachstum wird durch Dunkelheit begünstigt. Wenn der Embryo seine volle Länge erreicht hat, dürfte Belichtung die Auskeimung der Samen fördern. Die Weiterentwicklung der Keimlinge erfolgt sehr langsam, das Abstreifen der Testa erst ein halbes Jahr nach dem Wurzelaustritt.

Clematis

(Taf. I, Fig. 11 bis 16).

A.

»*Clematis vitalba* keimt nach kürzerer Frosteinwirkung im Licht, nach stärkerer auch im Dunkeln« (5).

B.

Im Oktober 1915 gesammelte Früchte von *Clematis vitalba* enthielten einen kleinen Embryo; die Keimung erfolgte nur im Licht. In den ungekeimten, licht gehaltenen Früchten war der Embryo merklich gewachsen, in den dunkel gehaltenen war kein Wachstum des Embryos zu beobachten.

Am 28. November 1915 wurden nach dreitägigem Schneewetter neuerdings Früchte gesammelt, welche bereits nach 3 Wochen im Dunkeln in großer Zahl keimten. In den ungekeimten Früchten war der Embryo auf das Dreifache der ursprünglichen Länge, d. i. ungefähr bis zur halben Samenlänge herangewachsen. Vor der Keimung erfolgte eine Schwellung der Samen (ebenso wie bei *Anemone hepatica*), wodurch das Perikarp in zwei Hälften gesprengt wurde.

Die Keimblätter entfalten sich in der Regel 7 Tage nach dem Wurzelaustritt.

from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biolog

Caltha

(Taf. II, Fig. 16 bis 20).

A.

Die Keimung von *Caltha palustris* wird durch Licht begünstigt; im Dunkeln erscheint erst nach einem halben Jahr der erste Keimling (5).

B.

In den frisch geernteten, braunglänzenden Samen von *Caltha palustris*, die aus den offenstehenden Kapseln ausgeschüttelt wurden, habe ich kleine Embryonen vorgefunden, deren größte Ausdehnung in der Länge nie der halben Samenlänge gleichkam.

Im Juni 1915 gesammelte und mehrere Wochen trocken gehaltene Samen, die im November ausgesäet wurden, ließen die erste Keimung am 15. Mai 1916 beobachten. In ungekeimten Samen waren vollständig ausgewachsene Embryonen und solche in verschiedenen Wachstumsstadien zu finden.

Am 1. Juni 1916 wurde in Laxenburg bei Wien neues Material geerntet. Die Samen wurden am 8. Juni 1916 teils sofort in licht gehaltene Petrischalen oder in feuchtes Moos gelegt, oder sie wurden vorher längere Zeit in Wasser liegen gelassen. Dabei konnte folgender Vorgang beobachtet werden.

In der Regel erfolgte 10 Tage, nachdem die Samen den geeigneten Keimungsbedingungen ausgesetzt worden waren, bei einer größeren Anzahl von Samen eine Sprengung der Samenschale in zwei Hälften. Aus der gesprengten Testa trat das stark angeschwollene Endosperm hervor.

In größter Zahl fanden sich diese Sprengungen bei den in feuchtem Moos liegenden, in geringerer Zahl bei den in Petrischalen liegenden und vereinzelt auch bei in Glasgefäßen auf dem Wasser schwimmenden oder untergesunkenen Samen.

Werden die aufgesprungenen Samen sofort nach dem Aufspringen untersucht, so lassen sie einen Embryo erkennen, der bereits die halbe Samenlänge erreicht hat.

In der Regel 2 Tage nach der Sprengung der Testa bricht die Radikula aus dem Endosperm hervor. Jetzt ist der Embryo im Innern bis zur vollen Samenlänge ausgewachsen. Nach weiteren 4 Tagen sind unter fortschreitendem Wachstum und

from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biolog

Ergrünen der Keimblätter die Reste des Endosperms aufgezehrt und die Kotyledonen streifen die spröde Testa und ein darunter befindliches dünnes Häutchen ab.

Bei den im Wasser liegenden Samen konnte die Beobachtung gemacht werden, daß beim Herausnehmen der Samen aus dem Wasser und Auslegen auf feuchtem Filtrierpapier nach 24 Stunden eine große Anzahl von Samen aufsprang (von 800 Samen 391) und daß diese größtenteils nach 2, bis zum letzten Rest nach 8 Tagen die Radikula hervortreten ließen.

Im Freien habe ich am 1. Mai 1916 zur Zeit der *Caltha*-Blüte zahlreiche Keimlinge mit eben hervorbrechender Radikula beobachtet. Keimlinge mit eben ausgebreiteten Keimblättern habe ich auch im Juli und August gefunden.

C.

Aus den gemachten Beobachtungen geht hervor, daß bei *Caltha palustris* in den völlig ausgereiften Samen der eigentlichen Keimung ein Wachstum des Embryos im Sameninnern vorausgeht, welches im günstigsten Falle bloß einen Zeitraum von 10 Tagen in Anspruch nimmt.

Die günstigsten Verhältnisse sind Zutritt von großen Feuchtigkeitsmengen und Sauerstoff, wie sie feuchtes Moos, in das die *Caltha*-Samen leicht geraten können, am besten darbietet.

Bei Samen, die diese Verhältnisse nicht vorfinden, oder die eine geringere Keimungsenergie haben, vollzieht sich das Wachstum im Sameninnern langsamer. Solche Samen haben dann mitunter auch nicht mehr die Fähigkeit, die Testa zu sprengen, sondern nachdem der Embryo im Innern völlig ausgewachsen ist, tritt die Radikula aus dem ungesprengten Samen aus (dies wurde bei den vereinzelten Keimungen, die mit den Samen der ersten Ernte erzielt wurden, beobachtet).

Da das Wasser den Zutritt der Luft bis zu einem gewissen Grade hemmt, konserviert es die Samen am besten, die aus den Früchten in großer Zahl ins Wasser fallen. Beim Sinken des Wasserspiegels in mit *Caltha* bewachsenen Wasserläufen gelangt dann eine größere Zahl von Samen zur Keimung. Samen, die längere Zeit trocken gelegen sind, brauchen, wenn ihnen nach dem Austrocknen wieder günstige Keimungs-

from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biolog

bedingungen geboten werden, eine ängere Zeit (mehrere Monate), bis der Embryo ausgewachsen ist. So ist es begreiflich, daß bei einer Fruchtreife im Juni viele Samen erst im April des nächsten Jahres zur Keimung gelangen.[1]

Corydalis

(Taf. II, Fig. 1 bis 5).

A.

Im reifen Samen von *Corydalis cava* erscheint der Embryo nur als ein abgegrenzter kleiner Zellkomplex in dem ihm gleichartigen Gewebe des ölreichen Endosperms, so daß er nur in der Minderzahl untersuchter Samen überhaupt auffindbar ist, während seine Auffindung im unreifen Samen keine Schwierigkeiten macht (2).

»Es ist eine bekannte Tatsache, daß der Embryo in den Samen unserer meisten perennierenden *Corydalis*-Arten sich erst nach dem Abfallen derselben entwickelt. Im Herbst sind alle Teile des Embryos schon deutlich ausgebildet. Im nächsten Frühjahr tritt der Keimling aus dem Samen aus« (3).

»Bei den knollentragenden *Corydalis*-Arten trägt der Keimling nur ein (aus der Verwachsung von zweien entstandenes) Keimblatt« (12).

»Die Samen von *Corydalis cava* keimten im Lichte nach 7 Monaten, im Dunkeln nach 12 Monaten,[2] doch war es erst nach 3 Jahren ganz sicher, daß hier eine wirklich normale Keimung vorliegt« (5 *a*).

[1] Im Anschluß an die Besprechung der Ranunculaceen möchte ich bemerken, daß ich in unreifen Samen von *Aconitum rostratum* sehr kleine, in reifen Samen von *Aconitum napellus* (Handelsware) etwas größere, in Samen, die ein halbes Jahr im Keimbett lagen, vollständig ausgewachsene Embryonen gefunden habe. Ich habe diese Versuche hier nicht näher angeführt, da es sich im ersten Falle um unreife, im zweiten Falle um Samen handelte, deren Alter mir nicht bekannt war.

[2] Da Kinzel die Entwicklung der Samen bloß äußerlich beobachtete und keine Samenschnitte machte, mußte er über die eigenartigen Keimungsverhältnisse von *Corydalis* im Unklaren bleiben. Ihm erscheint daher das die Testa sprengende und allmählich anschwellende Endosperm als Embryo, an dem erst »nach 2 Jahren ein Würzelchen und dann in rascher Folge die beiden (?) Keimblätter erscheinen«. (Auf p. 21 schreibt Kinzel, daß die Keimblätter erst $1^1/_2$ bis 2 Jahre nach der Keimung erscheinen.) Als »Keimung« faßt er dementsprechend bereits die Sprengung der Testa auf, wonach allerdings bei Laboratoriumsversuchen noch $1^1/_2$ bis 2 Jahre bis zum Hervortreten der Radikula (dem eigentlichen Keimungsbeginn) vergehen können.

from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biolog

B.

Ich habe in den unreifen Samen von *Corydalis lutea* den Embryo als kleinen, ungegliederten Zellkörper vorgefunden. In den reifen Samen von *Corydalis cava* wird der Embryo undeutlich, weil er sich von dem Nachbargewebe zu wenig differenziert.

Im Juni 1915 gesammelte, Mitte Juli ins Freie ausgesäete Samen enthielten im Oktober 1915 einen kleinen Embryo, ebenso wie im September an ihrem natürlichen Standort gesammelte.

Im November 1915 wurden Samen der Juniernte in Petrischalen auf feuchtes Filtrierpapier und in Blumentöpfe ausgesäet. Das gleiche geschah mit den Samen der Septemberernte. Diese ließen im Laufe des Winters ein langsames Wachstum des Embryos im Sameninnern beobachten, im März 1916 war der Embryo vollständig ausgewachsen. Bei den Samen der Juniernte konnte gleichfalls ein Wachstum des Embryos festgestellt werden. Keimungen erfolgten im März 1916 aber nur bei jenen Samen, die über Winter im Freien in der Erde gelegen waren.

Im September 1915 waren im Freien vereinzelt Samen zu finden, deren Testa durch Anschwellung des Endosperms in zwei Hälften gesprengt war. Solche Sprengungen der Testa erfolgten bei den Laboratoriumsversuchen, die im November 1915 mit den Samen der Juniernte angestellt worden waren, erst ab 28. Juli 1916. Eine eigentliche Keimung konnte bei den Laboratoriumsversuchen bis November 1916 nicht beobachtet werden.

Im April 1916 habe ich in Luxenburg im Freien ziemlich viele Keimlinge gefunden, die ein langgestieltes, schmales Keimblatt und einen kleinen hypokotylen Knollen besaßen.

C.

Die Samen von *Corydalis cava* reifen anfangs Mai. Sie enthalten einen ungegliederten Embryo, der im abgefallenen Samen weiterwächst und im September bereits die Radikula und das gefaltete Keimblatt erkennen läßt.

Werden die Samen in diesem Zustande gesammelt und trocken aufbewahrt, so wächst der Embryo nicht weiter, die Samen behalten aber ihre Keimfähigkeit. Werden die Samen den Keimungsbedingungen ausgesetzt, so erfolgt eine Weiterentwicklung des Embryos im Samen, wobei das Endosperm häufig so stark anschwillt, daß die Testa in zwei Hälften gesprengt wird. Nach Sprengung der Testa sind die Samen gegen Wassermangel und Frost sehr empfindlich. Eine gewalt-

from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biolog

same Sprengung der Testa hat in der Regel das Zugrundegehen der Samen zur Folge.

Im Freien erfolgt im März des nächsten Jahres die Keimung. Die Radikula tritt aus dem Endosperm hervor, längstens einen Monat darnach streift das der Länge nach gefaltelte Keimblatt ein unter der Testa liegendes dünnes Häutchen ab und entfaltet sich; es bildet sich der hypokotyle Knollen aus, das Keimblatt stirbt ab und die Weiterentwicklung der Pflanze erfolgt in der nächsten Vegetationsperiode.

Im Laboratorium vollzieht sich der ganze Keimungsprozeß viel langsamer.

Welche Faktoren beim Verweilen der Samen im Freien den frühzeitigeren Keimungsbeginn bewirken, ist bis jetzt noch nicht erwiesen.

Fumaria

(Taf. II. Fig. 6 bis 10).

A.

»*Fumaria officinalis* keimt im Sommer und Herbst. *Fumaria Vaillanti* dagegen im Frühjahr« (3).

»Bei *Fumaria Vaillanti* geht der Samen mit großer Raschheit seiner Entwicklung entgegen« (2).

B.

Ich habe in den Früchten der beiden einheimischen Arten *Fumaria officinalis* und *Fumaria Vaillanti* sowie in den Früchten der mediterranen Art *Fumaria capreolata* kleine, aber wohlausgebildete Embryonen gefunden, die in Größe und eigentümlicher, scheinbar exzentrischer Lage im Endosperm ganz den Embryonen der im September gesammelten Samen von *Corydalis cava* entsprachen.

Die Reifung der *Fumaria*-Früchte erfolgt im Juli und August. Die Früchte haben ein häutiges, grünes Perikarp, das im Keimbett verfault.[1] Darunter liegt die harte Testa, die bei

[1] Daher müssen bei den Versuchen die Samen nach 1 bis 2 Wochen abgewaschen werden.

from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biolog

Fumaria officinalis und *F. Vaillanti* sehr stark, bei *Fumaria capreolata* viel schwächer ausgebildet ist.[1]

Bei mehreren Versuchsreihen, die ich mit dieser letzteren Art anstellte, konnte ich beobachten, daß bereits nach einer Woche bei einigen Samen die Testa gesprengt wurde, das stark anschwellende Endosperm hervortrat und aus diesem nach 1 bis 2 Tagen die Radikula hervorbrach.

Samen, die in diesem Zustand (bei Keimungsbeginn) untersucht wurden, ließen einen bogenförmig durch das Endosperm hindurchgewachsenen Embryo beobachten. Bei eben aufgesprungenen Samen war der Embryo in der Regel bis zum Doppelten der ursprünglichen Länge herangewachsen, es zeigten aber auch ungekeimte, nicht aufgesprungene Samen bei der Untersuchung einen vollständig ausgewachsenen Embryo.

Bei Versuchen, die mit im Juli und August 1916 geernteten Früchten von *Fumaria officinalis* und *F. Vaillanti* angestellt wurden, konnte bis Dezember 1916 keine Keimung erzielt und nur ein geringes Wachstum der Embryonen im Sameninnern beobachtet werden.

Anfang November 1916 habe ich in Weingärten *Fumaria*-Keimlinge mit den beiden schmalen Keimblättern und 1 bis 2 Laubblättern gefunden. Der Keimungsbeginn dieser Pflänzchen dürfte wohl Ende September anzunehmen sein.

Chelidonium maius

(Taf. II, Fig. 11 bis 15.)

A.

»*Chelidonium maius* keimt im ersten und namentlich im zweiten Keimjahre nach energischem Abspülen und Abreiben der Samen auf Gazetüchern im Licht in größerer Menge aus und zeigt schon in seiner Jugendentwicklung den verzögerten Fortschritt nach Beginn der eigentlichen Keimung, wie er noch viel eigenartiger bei *Corydalis* hervortritt«. Im Dunkeln erfolgt überhaupt keine Keimung; im Licht keimen im Laufe von 4 Jahren 56% (5*a*).

---

[1] Für die Auffassung der grünen Haut als Perikarp, der darunter befindlichen harten Schale als Testa spricht der Vergleich mit den Kapselfrüchten von *Corydalis* und *Chelidonium*.

from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biolog

B.

Die schwarzglänzenden Samen von *Chelidonium* sind äußerlich denen von *Corydalis* ähnlich, aber bedeutend kleiner. Sie enthalten einen kleinen Embryo, der eben die Anlage der beiden Keimblätter zeigt.

Samen, die am 13. Juni 1916 gesammelt wurden, wurden Ende Juni auf feuchtes Filtrierpapier ausgesäet. Ab 23. September erfolgte vereinzelt bei einigen Samen Sprengung der Testa in zwei Hälften und Hervortreten des Endosperms. Aus diesem brach in der Regel nach 24 Stunden die Radikula hervor. Samen, die sofort nach dem Aufspringen untersucht wurden, enthielten Embryonen, die auf das Dreifache der ursprünglichen Länge herangewachsen waren. Beim Austritt der Radikula hatte der Embryo die volle Samenlänge erreicht.

In ungekeimten Samen habe ich auch noch im Dezember die Embryonen im gleichen Zustand vorgefunden wie unmittelbar nach der Ernte.

Jedenfalls wird durch die Darbietung der üblichen Keimungsbedingungen nur bei einem geringen Prozentsatz der ausgesäeten Samen der Embryo zum Weiterwachsen veranlaßt.

Fraxinus.

A.

Die Früchte von *Fraxinus excelsior* reifen im Herbst und fallen im nächsten Frühjahr ab. Die Samen enthalten einen Embryo, der den freien Raum zwischen den Endospermhälften nicht vollständig ausfüllt. Wenn die Samen im feuchten Keimbett liegen, so nehmen sie Wasser auf und es beginnt nach 10 Tagen ein Wachstum des Embryos. Nach 6 Monaten füllt der Embryo den Raum zwischen den Endospermhälften aus. Trotzdem erfolgt auch dann sehr häufig noch keine Keimung, kann aber von diesem Moment an durch Anschneiden der Samen befördert werden. Eine früher vorgenommene Verletzung der Samenschale veranlaßt Fäulnis der Samen. Wird die Schale nicht geöffnet, so krümmt sich der weiterwachsende Embryo und tritt dann plötzlich einige Millimeter weit hervor (7).

Puchner hat an einzelnen Samen von *Fraxinus excelsior* eine Keimruhe von 8·3 Jahren beobachtet und meint daher, daß mit dem Abschluß des Innenwachstums des Embryos die Entfaltung des Embryos noch nicht gesichert sei. Vielmehr bedürfe es dazu wahrscheinlich noch bestimmter äußerer Reizwirkungen (11).

from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biolog

»Unter andern ölhaltigen Baumsamen ist namentlich die Esche von einer gewissen Frosteinwirkung bei der Keimung abhängig« (6).

Durch Anwendung eines Warmbades vor der Aussaat konnte Molisch keine Förderung der Keimung erzielen, weist aber darauf hin, daß bei einer späteren Anwendung des Warmbades sich die Samen möglicherweise anders verhalten (10).

B.

Ich habe im April und Mai 1915 abgefallene Früchte von *Fraxinus excelsior* gesammelt und in diesen einen Embryo gefunden, der den freien Raum zwischen den Endospermhälften nicht vollständig ausfüllte.

Im Juli 1915 wurden 30 Samen im Freien ausgesäet, im November 1915 je 30 Samen auf feuchtes Filtrierpapier und in mit Erde gefüllte Blumentöpfe im Laboratorium. Im Freien erschienen im März 1916 19 Keimlinge, bei den Laboratoriumsversuchen erfolgte keine Keimung. Die Untersuchung ungekeimter Samen zeigte aber anfangs März den Embryo bereits völlig ausgewachsen.

Als im November 1916 einige dieser Samen angeschnitten wurden, trat bei den meisten im Laufe einer Woche die Radikula einige Millimeter weit heraus.

Am 5. August 1916 säete ich Samen der gleichen Ernte, die bis dahin trocken aufgehoben waren, auf feuchtes Filtrierpapier aus. (Der Embryo war bei der Aussaat im gleichen Zustand wie nach der Ernte.) Am 9. Dezember 1916 waren die Embryonen im Sameninnern vollständig ausgewachsen. Ein Anschneiden der Samen veranlaßte im Laufe einiger Stunden die Radikula zum Hervortreten um einige Millimeter. Das Merkwürdigste ist aber, daß in diesem Zustand die Samen oft wochenlang liegen, ohne ein weiteres Wachstum zu zeigen.

Ich untersuchte auch Samen von *Fraxinus ornus*. Sie enthielten einen Embryo, der den freien Raum zwischen den Endospermhälften ganz ausfüllte. Die Keimung erfolgte vereinzelt 14 Tage nach der Aussaat. Bevor die Radikula nach außen tritt, findet im Samen unter auftretenden Spannungserscheinungen ein geringes Wachstum mit gleichzeitiger Krümmung des Embryos statt, so daß im Augenblick des Keimungsbeginnes der Embryo plötzlich einige Millimeter weit hervortritt.

from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biolog

Ich habe mit diesen Samen ähnliche Versuche wie mit *Fraxinus excelsior* angestellt.

1. Ich habe 20 Samen bei der Aussaat nach einstündiger Quellung im Wasser an einem Ende angeschnitten. Nach 20 Tagen keimten 2 Samen, die anderen verfaulten.

2. Weitere 20 Samen wurden 10 Tage nach der Aussaat angeschnitten. 6 davon begannen am nächsten Tag zu keimen und entwickelten sich weiter, während die übrigen (der Embryo war durch das Anschneiden verletzt worden) zugrunde gingen.

3. 20 Samen wurden 16 Tage unverletzt im Keimbett liegen gelassen. Als nach dieser Zeit keine normale Keimung aufgetreten war (12 Samen waren inzwischen verfault), wurden die noch übrigen 8 angeschnitten. Bei allen trat nach einigen Stunden die Radikula einige Millimeter weit heraus. 5 Keimlinge wachsen normal weiter, die 3 übrigen liegen mit hervorgetretener Radikula seit 10 Tagen im Keimbett, ohne weiterzuwachsen und ohne zu verfaulen.

Die verwandten Oleaceen *Ligustrum* und *Syringa* haben einen Embryo, der bei der Samenreife die volle Samenlänge besitzt.

C.

Aus den verschiedenen Untersuchungen geht hervor, daß bei *Fraxinus excelsior* nicht nur die Keimungsenergie mit Rücksicht auf den Keimungsbeginn, sondern die Keimfähigkeit im allgemeinen eine sehr geringe ist, da bei den Versuchen Puchners, die über 7 Jahre ausgedehnt wurden, nur 20% zur Keimung gelangten, während die übrigen 80% verfaulten. (Bei einer zweiten Versuchsreihe waren nach $5^1/_2$ Jahren 8% gekeimt, 92% verfault.)

Das Wachstum des Embryos im Sameninnern scheint nur von Wasseraufnahme abhängig zu sein und vollzieht sich in einem Zeitraum von mindestens 4 Monaten. Um jedoch das Hervorbrechen der Radikula aus dem Samen zu ermöglichen, dürften noch andere unbekannte Faktoren mitwirken. Die zähe Samenschale setzt dem ausgewachsenen Embryo jedenfalls noch bedeutende Hindernisse entgegen, so daß nur sehr kräftig ausgebildete Embryonen sie zu sprengen vermögen.

Bei *Fraxinus ornus* scheinen trotz der verschiedenen Größe des Embryos im reifen Samen in vieler Hinsicht ähnliche Verhältnisse zu herrschen: Notwendigkeit einer aller-

from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biolog

dings bloß 14-tägigen Vorkeimung, geringe Keimfähigkeit der Samen im allgemeinen, Möglichkeit einer experimentellen Beeinflussung der Keimung erst nach abgeschlossener Vorkeimung.

Bei Untersuchungen, durch welche Mittel nach erfolgter Vorkeimung die Keimung von *Fraxinus*-Samen ausgelöst werden könnte, wären vielleicht mit Vorteil wegen der kürzeren Dauer der Vorkeimung Samen von *Fraxinus ornus* heranzuziehen und die dabei gemachten Erfahrungen dann bei *Fraxinus excelsior* anzuwenden.

Paris quadrifolia.

A.

»Zur Zeit der Samenreife sind bei *Paris quadrifolia* die Embryonen noch unvollständig entwickelt« (1).

»Ausgesäete Samen keimten, wenn sie naturgemäß behandelt wurden, recht zahlreich« (4).

»Im Licht starben nach 4 Jahren 66%, im Dunkeln stieg die Keimung nach Frosteinwirkung im dritten Winter auf 98%. Die ungekeimten Samen waren im Dunkeln durch 4 Jahre vollkommen gesund geblieben« (5 *b*).

B.

Ich habe im September 1915 Früchte von *Paris* gesammelt. In den Samen habe ich ganz unentwickelte Embryonen gefunden. Am 1. Jänner 1916 wurden 50 Samen in eine dunkel gehaltene Petrischale auf feuchtes Filtrierpapier ausgesäet. Im März war in einigen Samen der Embryo etwas weiter entwickelt. Im Juni hatte der Embryo in einem Samen das Siebenfache der ursprünglichen Länge erreicht und zeigte eine deutliche Gliederung in Kotyledo, Plumula und Radikula. Im August und September untersuchte Samen ließen den Embryo im gleichen Zustand erscheinen wie nach der Ernte. Keimung trat bis Jänner 1917 keine ein. Viele Samen scheinen hier auch in bezug auf das embryonale Wachstum im Sameninnern eine Ruheperiode durchzumachen.

Im nachfolgenden seien die bereits früher erwähnten Tabellen mitgeteilt.

Abkürzungen: E. = Erde, Fr. = Früchte, Sa. = Samen, P. d. = dunkel gehaltene Petrischale, P. l. = licht gehaltene Petrischale.
Wenn in Rubrik 2 kein Datum angegeben ist, gilt das Datum des vorhergehenden Versuches.

Zeit und Ort der Ernte	Zeit und Art der Aussaat	Keimungs-beginn	Summe der				Abschluß
			erfolgten Keimungen	verfaulten Sa.	untersuchten[1] Sa.	gesunden ungekeimten Sa.	
Anemone hepatica							
15. VI. 1915 Hocheck	25. XI. 1915 15 Fr. — P. l.	27. I. 1916	6	1	8	0	4. VII. 1916
»	15 Fr. — P. d.	11. I. 1916	5	1	9	0	17. VII. 1916
»	24 Fr. — Erde	Juli 1916	20	3	0	1	19. XI. 1916
Anemone narcissiflora							
26. VIII. 1915 Altvater	25. XI. 1915 10 Fr. — P. l.	—	—	3	7	0	8. V. 1916
»	15 Fr. — Erde	26. IX. 1916	1	2	5	7	16. X. 1916

[1] Vor Versuchsschluß. (Die Summe der Spalten 4—7 gibt bei jedem Versuch die in Spalte 2 angegebene Gesamtzahl der verwendeten Samen oder Früchte.)

from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biolog

Zeit und Ort der Ernte	Zeit und Art der Aussaat	Keimungs-beginn	Summe der				Abschluß
			erfolgten Keimungen	verfaulten Sa.	untersuchten Sa.	gesunden, ungekeimten Sa.	
Thalictrum aquilegifolium							
26. VIII. 1915 Altvater	25. XI. 1915 30 Sa. — P. l.	13. I. 1916	8	—	15	7	23. III. 1916
»	30 Sa. — P. d.	20. III. 1916	5	—	15	10	23. III. 1916
»	60 Fr. — Erde	18. V. 1916	23	12	25	—	13. IX. 1916
Actaea spicata							
30. VIII. 1915 Rudelsdorf in Nord-Mähren	25. XI. 1916 30 Sa. — P. l.	3. II. 1916	8	6	16	—	4. VII. 1916
»	30 Sa. — P. d.	18. I. 1916	18	3	9	—	4. VII. 1916
»	60 Sa. — Erde	3. III. 1916	4	43	13	—	3. III. 1916

from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biolog

Clematis vitalba							
12. X. 1916 Hermannskogel bei Wien	3. XI. 1915 30 Fr. — P. I.	14. XII. 1915	11	1	2	16	4. VII. 1916
»	30 Fr. — P. d.	—	—	—	—	30	14. II. 1916
28. XI. 1915 Liebhartstal in Wien (gesammelt nach dreitägigem Schneewetter)	14. II. 1916 50 Fr. — P. d.	8. III. 1916	40	—	2	8	Juni 1916
»	5. VIII. 1916 50 Fr. — P. I.	24. VIII. 1916	2	—	10	38	24. VIII. 1916
»	20 Fr. — P. d.	22. VIII. 1916	4	—	7	9	24. VIII. 1916

from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biolog

Zeit und Ort der Ernte	Zeit und Art der Aussaat	Keimungs-beginn	Summe der					Abschluß
			erfolgten Keimungen	ver-faulten Sa.	unter-suchten Sa.	gesunden, ungekeimten Sa.		
						auf-gesprungen	nicht auf-gesprungen	
Caltha palustris								
24. VI. 1915 Altenmarkt	3. IX. 1915 30 Sa. — P. l.	—	—	12	15	—	3	4. VII. 1916
»	30 Sa. — P. d.	15. V. 1916	1	7	17	—	5	»
»	60 Sa. — Erde	—	—	52	8	—	—	29. IX. 1916
»	14. II. 1916 40 Sa. — P. l.	—	—	34	—	1	5	28. VIII. 1916
1. VI. 1916 Laxenburg	10. VI. 1916 200 Sa. — P. l.	20. VI. 1916	67	12	20	8	93	17. VII. 1916
»	17. VI. 1916 200 Sa. — P. l.	22. VI. 1916	124	2	10	22	42	» [1]
»	21. VI. 1916 200 Sa. — P. l.	25. VI. 1916	96	12	—	58	34	» [1]
»	11. VI. 1916 200 Sa. — Moos	23. VI. 1916	128	44	20	4	4	»
»	11. VI. 1916 100 Sa. — Wasser	1. VII. 1916	26	—	2	36	36	»

from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biolog

Corydalis cava								
15. VI. 1915 Hocheck in Niederösterreich	19. VII. 1915 40 Sa. in E. im Garten	März 1916	17	11	2	—	12	14. III. 1916
»	3. XI. 1915 30 Sa. — P. l.	—	—	9	10	3	8	27. XI. 1916
»	30 Sa. — P. d.	—	—	3	17	4	6	6. XII. 1916
»	60 Sa. — Erde	—	—	36	5	5	14	16. X. 1916
14. IX. 1915 Hocheck	12. X. 1915 25 Sa. — P. d.	—	—	2	10	—	13	18. V. 1916
»	4. XI. 1915 50 Sa. — Erde	—	—	8	15	5	22	24. IV. 1916
Fumaria capreolata								
14. VII. 1915 Schulgarten	3. XI. 1915 30 Fr. — P. l.	16. XI. 1915	10	14	6	—	—	Jänner 1916
»	3. XI. 1915 30 Fr. — P. d.	11. XI. 1915	5	18	7	—	—	»
»	60 Fr. — Erde	19. XI. 1915	38	22	—	—	—	
»	10. VIII. 1916 50 Fr. — P. l.	18. VIII. 1916	2	9	30	—	11	2. IX. 1916

[1] Seit 11. VI. im Wasser gelegen.

from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biolog

from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biolog

III. Zusammenfassung.

Die vorhergehenden Untersuchungen haben zu Ergebnissen geführt, die sich in folgenden Punkten kurz zusammenfassen lassen:

1. In den reifen, sich spontan von der Mutterpflanze ablösenden Samen hat der Embryo entweder noch nicht die gleiche Ausgestaltung (*Anemone hepatica, Corydalis cava, Paris quadrifolia*) oder zum mindesten noch nicht die gleiche Größe wie im Augenblick des Keimungsbeginnes (*Anemone narcissiflora, Thalictrum aquilegifolium, Clematis vitalba, Caltha palustris, Fumaria capreolata, Chelidonium maius, Fraxinus excelsior*).

2. Diese Verschiedenheit wird durch ein Wachstum des Embryos im Innern des anscheinend reifen Samens nach der Aussaat ausgeglichen.

In dem Verhalten der einzelnen Samenarten sind jedoch auch wesentliche Verschiedenheiten festzustellen.

a) Der Zeitraum, der für dieses Wachstum des Embryos im Sameninnern noch vor der eigentlichen Keimung notwendig ist, kann sehr verschieden sein (siehe Tabellen). Er beträgt im Mindestfalle für: *Corydalis cava* 10 Monate, *Fraxinus excelsior* 4 Monate, *Actaea spicata, Thalictrum aquilegifolium, Anemone hepatica* 2 Monate, *Clematis vitalba* 17 Tage, *Caltha palustris* 10 Tage, *Fumaria capreolata* 8 Tage.

Auffallend ist, daß bei einigen Arten, bei denen das erwähnte embryonale Wachstum im Sameninnern langsam vor sich geht, auch die Weiterentwicklung der Keimlinge sehr langsam erfolgt (*Corydalis cava, Actaea spicata, Anemone hepatica, Paris quadrifolia*). Die genannten Pflanzen bilden zunächst unterirdische Nahrungsspeicher (Rhizome, Knollen) aus.

Es scheint in der Natur dieser Pflanzen zu liegen, in der ersten Entwicklungszeit langsam zu wachsen und vielleicht steht auch das langsame Wachstum des Embryos im Sameninnern damit im Zusammenhang.

b) Die Ursachen, welche dieses Wachstum auslösen oder fördern, können gleichfalls verschiedene sein.

Bei *Fraxinus, Anemone, Actaea, Thalictrum, Caltha, Corydalis, Fumaria* scheint nur Wasseraufnahme für den Beginn des Wachstums unbedingt notwendig zu sein; es wird aber

from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biolog

bei *Anemone, Thalictrum, Corydalis, Fumaria* durch Licht, bei *Actaea* durch Dunkelheit gefördert. Bei *Clematis* ist entweder Frost oder Lichteinwirkung, soweit wir das heute überschauen, eine Vorbedingung für den Beginn des Wachstums. Welche Momente bei *Paris*[1] und *Chelidonium*, deren Samen Monate, selbst Jahre hindurch mit unveränderten Embryonen im Keimbett liegen, für die Weiterentwicklung der Embryonen maßgebend sind, ist noch fraglich.

c) Bei allen besprochenen Pflanzen ist das Wachstum des Embryos im Sameninnern nach der Aussaat ein Vorgang, der dem Austritt der Radikula aus dem Samen, dem Keimungsbeginn, regelmäßig vorangeht. Wenn jedoch dieses Wachstum stattgefunden hat, muß der Keimungsbeginn nicht die notwendige Folge davon sein. Sehr oft liegen Samen mit vollständig ausgewachsenem Embryo lange Zeit im Keimbett, ohne zu keimen.

Wenn wir daher nach den Ursachen forschen, welche nach der Aussaat der reifen Samen der sofortigen Keimung im Wege stehen, werden wir zwar in allen besprochenen Fällen als notwendige Voraussetzung der Keimung einen intraseminaren Wachstumsvorgang finden; dieser bewirkt jedoch nur in Verbindung mit anderen Faktoren eine wesentliche Verzögerung der Keimung.

Für die Anregung zu diesen Untersuchungen sowie für die stete Förderung meiner Arbeit durch wertvolle Ratschläge bin ich Herrn Prof. Molisch zu großem Dank verpflichtet.

---

[1] Nach Kinzel hängt die Keimung von *Paris* von Frosteinwirkung ab und erfolgt nur im Dunkeln; wahrscheinlich sind beide Faktoren auch notwendige Vorbedingungen für den Beginn des embryonalen Wachstums im Sameninnern.

from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biolog

Literaturverzeichnis.

1. Göbel: Organographie, 1. Aufl., p. 454 ff.
2. Hegelmaier: Vergleichende Untersuchungen über die Entwicklung dikotyler Keime (Stuttgart 1878, p. 118).
3. Irmisch: Über einige Fumariaceen (Abh. d. naturf. Ges. in Halle, Bd. VI, 1862, p. 43 ff.).
4. Irmisch: Beiträge zur vergl. Morphologie der Pflanzen (Halle 1854, 3. Heft, p. 22).
5. Kinzel: Frost und Licht als beeinflussende Kräfte der Samenkeimung (Stuttgart 1913), p. 21, und Tabellen.

5*a*. wie oben p. 24.

5*b*. wie oben p. 12 und Tabellen.

6. Kinzel: Über die Keimung einiger Baum- und Gehölzsamen (Naturw. Zeitschrift für Forst- u. Landwirtschaft 1915, p. 129).
7. Lakon: Zur Anatomie und Keimungsphysiologie der Eschensamen (Naturw. Zeitschrift für Forst- u. Landwirtschaft 1911, p. 285).
8. Lakon: Die neueren Forschungsergebnisse auf dem Gebiete der Samenkeimung (Die Naturwissenschaften, Bd. 1914, p. 966).
9. Lehmann: Einige neuere Keimungsarbeiten (Zeitschrift für Botanik 1913, p. 365).
10. Molisch: Über ein einfaches Verfahren, Pflanzen zu treiben (Warmbadmethode). 2. Teil, p. 44 (diese Sitzungsberichte, Bd. 118, Abt. I, Juni 1909).
11. Puchner: Untersuchungen über verzögerte Keimung (Naturw. Zeitschrift für Forst- und Landwirtschaft 1915, p. 159).
12. Wettstein: Handbuch der syst. Botanik (Leipzig—Wien 1911), p. 574.
13. Wiesner: Biologie der Pflanzen. 3. Aufl., 1913, p. 60 und 67.

from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biolog

Figurenerklärung.

Tafel I.

Fig. 1 bis 5 *Anemone hepatica.*

Fig. 1 Längsschnitt durch die reife Frucht.
» 2 » » den Samen nach $1\frac{1}{2}$monatigem Liegen im Keimbett.
» 3 Längsschnitt durch den keimenden Samen.
» 4 Gesamtansicht der reifen Frucht.
» 5 » » keimenden Frucht.

Fig. 6 bis 10 *Anemone narcissiflora.*

Fig. 6 Längsschnitt durch die reife Frucht.
» 7 » » den Samen nach $5\frac{1}{2}$monatigem Liegen im Keimbett.
» 8 Längsschnitt durch einen weiter entwickelten Samen nach derselben Zeit.
» 9 Gesamtansicht der reifen Frucht.
» 10 » » keimenden Frucht.

Fig. 11 bis 16 *Clematis vitalba*

Fig. 11 Längsschnitt durch die reife Frucht.
» 12 » » den Samen nach 14tägigem Liegen im Keimbett.
» 13 Embryo nach 17tägigem Liegen im Keimbett.
» 14 Längsschnitt durch den keimenden Samen.
» 15 Reife Frucht.
» 16 Keimende Frucht.

Fig. 17 bis 21 *Thalictrum aquilegifolium.*

Fig. 17 Längsschnitt durch den reifen Samen.
» 18 » » » Samen nach 3monatigem Liegen im Keimbett.
» 19 » » » » » 6monatigem » » »
» 20 Reifer Samen.
» 21 Keimender Samen.

Fig. 22 bis 26 *Actaea spicata.*

Fig. 22 Reifer Samen, flach geschnitten.
» 23 Ebenso, nach 2monatigem Liegen im Keimbett.
» 24 Keimender Samen, flach geschnitten.
» 25 Reifer Samen.
» 26 Keimender Samen.

Fig. 4, 5, 9, 10, 20, 21, 25, 26 in natürlicher Größe, Fig. 15, 16 schwach, alle übrigen Figuren in entsprechendem Verhältnis vergrößert.

from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biolog

Tafel II.

Fig. 1 bis 5 *Corydalis cava*.

Fig. 1 Im September geerntet, nicht ausgesäet.
» 2 » » » vom 4. November 1915 bis 15. Februar 1916 in Erde gelegen.
» 3 Im September geerntet, vom 4. November 1915 bis 18. Mai 1916 in Erde gelegen.

Fig. 6 bis 10 *Fumaria capreolata*.

Fig. 6 Reif, nicht ausgesäet.
» 7 13 Tage im Keimbett gelegen.
» 8 8 » » » gelegener, jedoch schon weiter entwickelter Samen.

Fig. 11 bis 15 *Chelidonium maius*.

Fig. 11 Reif, nicht ausgesäet.
» 12 Aufgesprungen.
» 13 Keimend.

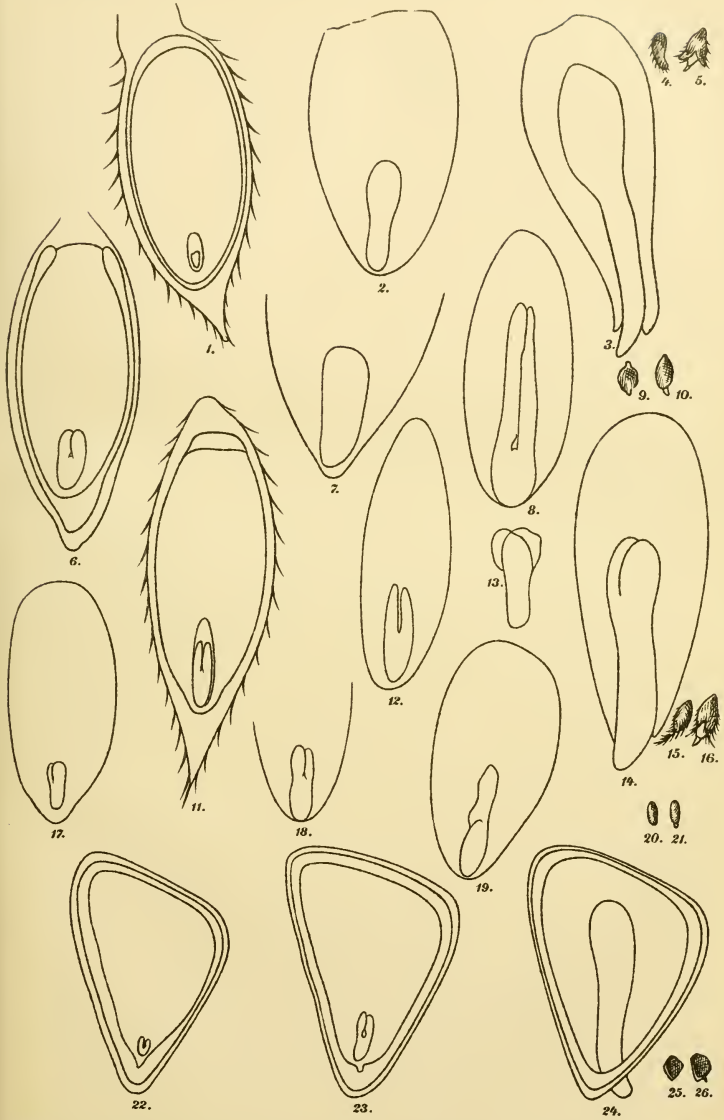
Fig. 16 bis 20 *Caltha palustris*.

Fig. 16 Reif, nicht ausgesäet.
» 17 Aufgesprungen.
» 18 Mit vollständig ausgewachsenem Embryo.

Fig. 4, 9, 14, 19 reife, Fig. 5, 10, 15, 20 keimende Samen (Gesamtansicht). Fig. 11 und 16 Längsschnitte durch die Samen, alles übrige Längsschnitte durch die von der Testa befreiten Samen.

Fig. 4, 5, 9, 10 natürliche Größe, Fig. 14, 15, 19, 20 zweifach, alle übrigen Figuren im entsprechenden Verhältnis vergrößert.

from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biolog

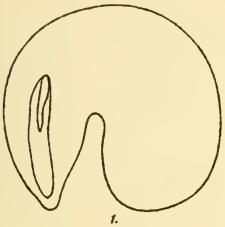


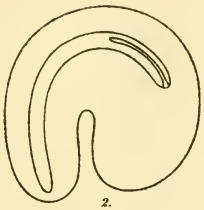
Autor del.

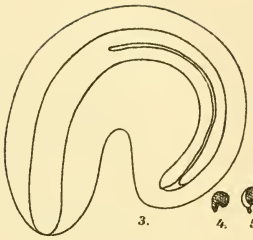
Lith. Anst. Th. Bannwarth, Wien.

from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biolog

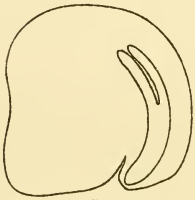
from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biolog

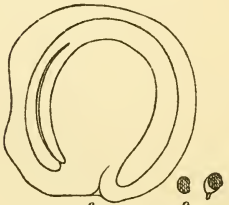

1.


2.


3. 4. 5.

6.

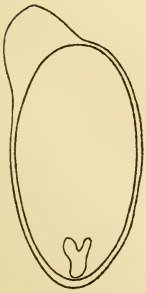

7.

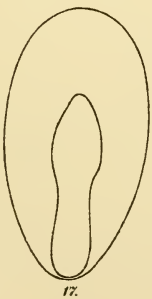

8. 9. 10.

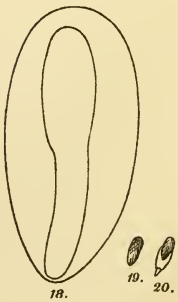
11.

12.

13. 14. 15.


16.


17.


18. 19. 20.

Autor del. Lith. Anst. Th. Bannwarth, Wien.